

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-195211

(43)Date of publication of application : 30.07.1996

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 07-024632

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 18.01.1995

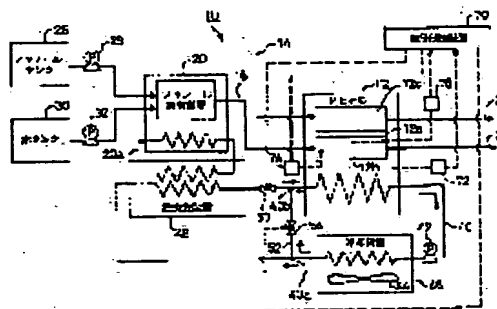
(72)Inventor : NONOBE YASUHIRO

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To miniaturize a fuel cell system and to enhance its operating efficiency.

CONSTITUTION: At system startup, a first valve 50 is fully opened, a second valve 54 is fully closed, and only hot water that was made to exchange heat with a methanol reformer 20 by a heat exchanger 48 is forced to flow into a solid-polyelectrolyte fuel cell 12 to quickly raise the cell temperature. If the improper wetting (excess or insufficient moisture) of a solid polyelectrolyte film is recognized from the water percentage WPEFC of the fuel cell and the resistance RPEF of the polyelectrolyte film, the apertures of both valves are adjusted according to the water percentage WPEFC of the cell and the resistance RPEFC of the polyelectrolyte film so as to adjust the temperature of cooling water flowing into the PEFC 12 to low or high temperature. Therefore, the PEFC 12 is cooled or warmed as the low- or high-temperature cooling water flows into it.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-195211

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 M 8/04

識別記号

N

K

X

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平7-24632

(22) 出願日

平成7年(1995)1月18日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 野々部 康宏

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

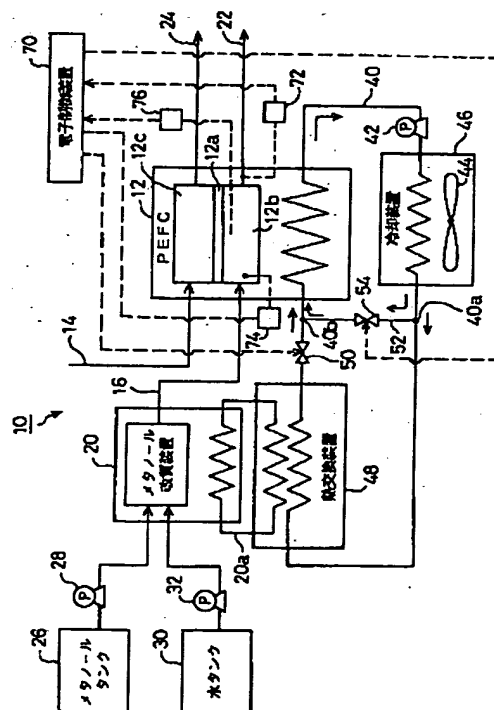
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【目的】 燃料電池システムの小型化と運転効率の向上を図る。

【構成】 システム始動時には、第1バルブ50を全開とし第2バルブ54を全閉として、PEFC12には、熱交換装置48によりメタノール改質装置20と熱交換された温水のみを流入させ、速やかに電池温度を上昇させる。また、電池湿度WPEFCと電解質膜抵抗RPEFCから固体高分子電解質膜の湿润不良（水分過多或いは水分不足）を判断すると、電池湿度WPEFC、電解質膜抵抗RPEFCに応じて両バルブの開度を調整し、PEFC12に流入する冷却水の温度を低く若しくは高く調整する。よって、PEFC12は、低めの温度若しくは高めの温度の冷却水の流入により、冷却或いは暖められる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭化水素化合物の供給を受け、該炭化水素化合物を改質して水素リッチガスを生成する改質装置と、該生成した水素リッチガスを燃料ガスとして供給を受ける燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池を管路の一部とする冷却媒体循環経路に冷却媒体を循環させる冷却媒体循環手段と、前記燃料電池の下流で該冷却媒体循環経路に設けられ、通過する冷却媒体を冷却する冷却媒体冷却手段と、該冷却媒体冷却手段の下流で分岐して前記燃料電池の手前で合流し、前記冷却媒体冷却手段と前記燃料電池との間において前記冷却媒体循環経路の一部となる第 1 分岐循環経路と第 2 分岐循環経路と、該第 1 分岐循環経路と第 2 分岐循環経路のいずれか一方の分岐循環経路に設けられ、通過する冷却媒体を前記改質装置との間で熱交換して昇温する熱交換手段と、前記一方の分岐循環経路に流入し該熱交換手段の通過を経て昇温済みの冷却媒体と、前記冷却媒体冷却手段を通過して冷却され前記第 1 分岐循環経路と第 2 分岐循環経路の他方の分岐循環経路に流入する冷却済みの冷却媒体との混合比を調整して、前記第 1 分岐循環経路と第 2 分岐循環経路の合流以降の前記冷却媒体循環経路での冷却媒体温度を調整する冷却媒体温度調整手段とを備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、前記冷却媒体温度調整手段は、前記燃料電池の始動時には前記冷却媒体温度が燃料電池温度を昇温する温度となる側に、前記混合比を調整するものである燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、前記燃料電池の排出するガス温度を検出する排ガス温度検出手段を備え、前記冷却媒体温度調整手段は、該検出した排ガス温度に基づいて前記混合比を調整するものである燃料電池システム。

【請求項 4】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、前記燃料電池における電解質膜の含水状態を検出する含水状態検出手段を備え、前記冷却媒体温度調整手段は、該検出した含水状態に基づいて前記混合比を調整するものである燃料電池システム。

【請求項 5】 請求項 2 記載の燃料電池システムであって、前記冷却媒体温度調整手段は、前記燃料電池の始動時には前記冷却媒体温度が前記昇温済みの冷却媒体の温度と等しくなる側に、前記混合比を調整するものである燃料電池システム。

【請求項 6】 請求項 4 記載の燃料電池システムであって、

前記含水状態検出手段は、前記燃料電池に供給され水素リッチガスの湿度を前記燃料電池内で検出する湿度センサを有する燃料電池システム。

【請求項 7】 請求項 4 記載の燃料電池システムであって、

前記含水状態検出手段は、前記燃料電池の電解質膜の電解質抵抗を検出する電導度計を有する燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、炭化水素化合物の供給を受け、該炭化水素化合物を改質して水素リッチガスを生成する改質装置と、該生成した水素リッチガスを燃料ガスとして供給を受ける燃料電池を有する燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、水素リッチな水素ガスを燃料ガスとする燃料電池は、水素イオンを H^+ (H_2O) の水和状態で透過する電解質と電極とを有し、電極反応を促進させるための触媒層を介在させてこの電解質を電極で挟持して備える。このような燃料電池は、用いる電解質の種類により種々のもの（例えば、固体高分子型燃料電池、りん酸型燃料電池等）があるが、アノード、カソードの両電極において進行する電極反応は、以下の通りである。

【0003】 アノード： $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^- \cdots \textcircled{1}$

カソード： $4H^+ + 4e^- + O_2 \rightarrow 2H_2O \cdots \textcircled{2}$

【0004】そして、アノードに水素ガスが供給されると、アノードでは①の反応式が進行して水素イオンが生成する。この生成した水素イオンが H^+ (H_2O) の水和状態で電解質（固体高分子型燃料電池であれば固体高分子電解質膜）を透過（拡散）してカソードに至り、このカソードに酸素含有ガス、例えば空気が供給されると、カソードでは②の反応式が進行する。この①、②の電極反応が各極で進行することで、燃料電池は起電力を呈することになる。

【0005】なお、燃料電池の電解質は、水素イオンが上記した水和状態でアノード側からカソード側に電解質を透過（拡散）する都合上、アノード側で水分が不足する状態となる。このため、アノードには、燃料ガスとしての水素ガスを供給すると共に、適当な量の水を常時補給する必要がある。従って、燃料電池には、水蒸気含有の水素リッチガスが供給されており、多くの場合、この水蒸気は、改質装置における炭化水素化合物の水蒸気改質の際に水素リッチガスに含有される。

【0006】上記した電極反応は、いずれも発熱反応である。よって、当該反応の円滑な継続を維持するために、燃料電池の運転時にあっては、その温度を管理する

ことが不可欠である。この温度管理は、燃料電池を管路の一部とする冷却媒体循環経路を循環する水や空気等の冷却媒体で燃料電池を冷却するよう構成し、この冷却媒体の温度制御を通して行なわれている。具体的には、燃料電池出口近傍の冷却媒体温度を検出し、その結果に応じて冷却媒体を冷却する。そして、冷却後の冷却媒体温度が燃料電池の冷却に適した温度となるよう、例えば冷却媒体循環経路に設けたファン等の熱交換器で冷却媒体を冷却する。

【0007】この際、燃料電池の始動時にあっては、燃料電池は大気温度近くまで冷えていることから、運転時のように燃料電池を冷却したのでは電極反応が円滑に進行しない。よって、実開平2-1861では、燃料電池の始動時には、冷却媒体循環経路にバーナで加熱した高温ガスを導入して燃料電池を昇温する技術が提案されている。このほか、始動時に燃料電池自体を専用の加熱装置にて加熱することも行なわれている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の技術にあっては、次のような問題点が指摘されている。まず、燃料電池始動時の昇温のためにバーナや加熱装置を用いるものでは、その加熱源や稼働動力等を別途必要とするため燃料電池システムの大型化が避けられない。

【0009】また、燃料電池の運転時における燃料電池の温度管理を冷却媒体の温度制御を通して行なうものでは、冷却媒体をファン等の熱交換器で冷却しているに過ぎないので、燃料電池に流入させる冷却媒体の温度範囲は、この熱交換器での熱交換の程度に制限される。具体的には、ファンを停止して自然放熱により冷却される温度が冷却媒体の温度の上限であり、その下限は熱交換器での最大熱交換量に依存する。よって、冷却媒体の温度制御を通した燃料電池の温度管理には、熱交換器の能力に基づく制限があり、結果的には燃料電池の運転効率を維持できない場合がある。例えば、燃料電池の始動時のように燃料電池温度が低い場合や当該温度が何らかの原因で急激に低下したような場合には、冷却媒体温度の上限による制約を受けて燃料電池を昇温することができない。もっとも、上記したようにバーナや加熱装置を用いれば、冷却媒体温度の上限を高めることができるのでこのような問題は生じないものの、システムの大型化が避けられないことには変わりはない。

【0010】その一方、燃料電池の運転時における冷却媒体として冷却水を用いたものでは、次のような問題がある。水はその熱容量が大きいので、燃料電池を通過した冷却水温度は燃料電池自体の温度変化に対する追従性が低い。よって、燃料電池出口近傍で検出した冷却水温度はその時の燃料電池の温度を正確に反映した温度とはならず、燃料電池の温度維持に支障が起き、結果的に燃料電池の運転効率の低下を招く。

【0011】更に、単に燃料電池の温度管理を行なっただけでは、次のような問題が指摘されている。

【0012】固体高分子型燃料電池に用いられる固体高分子電解質膜は、適度な湿潤状態にあれば良好な電気伝導性（イオン導電性）を発揮するが、含水率が低下するとイオン導電性が悪化して電解質膜抵抗が増大し、電解質として機能しなくなる。そして、場合によっては電極反応を停止させてしまう。また、含水率が高すぎてもイオン導電性が悪化してやはり電解質膜抵抗が増大する傾向がある。このため、燃料電池の温度管理により燃料電池温度が適当な温度に維持されていても、固体高分子電解質膜の含水率が不適当なため燃料電池の運転効率が低下することがある。

【0013】例えば、含水率が高く固体高分子電解質膜がいわゆる濡れすぎの状態にあるときに燃料電池が冷却水により冷却過程にあると、供給される水素ガス中の水蒸気が凝縮していわゆるフラジディングを起こし、固体高分子電解質膜の濡れ具合は進む。このため、濡れすぎにより増大している電解質膜抵抗が更に増大して、電極反応の円滑な進行が阻害され燃料電池の運転効率が低下する。このような状況は、出力電圧のバラツキとして観察される。また、固体高分子電解質膜がいわゆる乾きすぎの状態にあるときに冷却水による冷却が不十分である場合には、固体高分子電解質膜の乾きすぎが進行していわゆるドライアップの状態となり、電極反応の円滑な進行が阻害され燃料電池の運転効率が低下する。このような状況は、出力電圧の電圧降下として観察される。

【0014】本発明は、上記問題点を解決するためになされ、燃料電池システムの小型化と運転効率の向上とを図ることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために請求項1記載の燃料電池システムで採用した手段は、炭化水素化合物の供給を受け、該炭化水素化合物を改質して水素リッチガスを生成する改質装置と、該生成した水素リッチガスを燃料ガスとして供給を受ける燃料電池を有する燃料電池システムであって、前記燃料電池を管路の一部とする冷却媒体循環経路に冷却媒体を循環させる冷却媒体循環手段と、前記燃料電池の下流で該冷却媒体循環経路に設けられ、通過する冷却媒体を冷却する冷却媒体冷却手段と、該冷却媒体冷却手段の下流で分岐して前記燃料電池の手前で合流し、前記冷却媒体冷却手段と前記燃料電池との間において前記冷却媒体循環経路の一部となる第1分岐循環経路と第2分岐循環経路と、該第1分岐循環経路と第2分岐循環経路のいずれか一方の分岐循環経路に設けられ、通過する冷却媒体を前記改質装置との間で熱交換して昇温する熱交換手段と、前記一方の分岐循環経路に流入し該熱交換手段の通過を経て昇温済みの冷却媒体と、前記冷却媒体冷却手段を通過して冷却され前記第1分岐循環経路と第2分岐循環経路の他方

の分岐循環経路に流入する冷却済みの冷却媒体との混合比を調整して、前記第1分岐循環路と第2分岐循環路の合流以降の前記冷却媒体循環経路での冷却媒体温度を調整する冷却媒体温度調整手段とを備えることをその要旨とする。

【0016】請求項2記載の燃料電池システムでは、前記冷却媒体温度調整手段を、前記燃料電池の始動時には前記冷却媒体温度が燃料電池温度を昇温する温度となる側に、前記混合比を調整するものとした。

【0017】請求項3記載の燃料電池システムでは、前記燃料電池の排出するガス温度を検出する排ガス温度検出手段を備え、前記冷却媒体温度調整手段を、該検出した排ガス温度に基づいて前記混合比を調整するものとした。

【0018】請求項4記載の燃料電池システムでは、前記燃料電池における電解質膜の含水状態を検出する含水状態検出手段を備え、前記冷却媒体温度調整手段を、該検出した含水状態に基づいて前記混合比を調整するものとした。

【0019】請求項5記載の燃料電池システムでは、前記冷却媒体温度調整手段を、前記燃料電池の始動時には前記冷却媒体温度が前記昇温済みの冷却媒体の温度と等しくなる側に、前記混合比を調整するものとした。

【0020】請求項6記載の燃料電池システムでは、前記含水状態検出手段を、前記燃料電池に供給され水素リッチガスの湿度を前記燃料電池内で検出する湿度センサを有するものとした。

【0021】請求項7記載の燃料電池システムでは、前記含水状態検出手段を、前記燃料電池の電解質膜の電解質抵抗を検出する電導度計を有するものとした。

【0022】

【作用】上記構成を有する請求項1記載の燃料電池システムでは、燃料電池を管路の一部とする冷却媒体循環経路において、冷却媒体循環手段により冷却媒体を循環させて燃料電池をこの冷却媒体で冷却する。そして、燃料電池の冷却により暖められた冷却媒体は、燃料電池の下流で冷却媒体循環経路に設けた冷却媒体冷却手段を通過することにより冷却され、その後の燃料電池の冷却に供される。

【0023】冷却媒体冷却手段を通過して冷却された冷却媒体は、冷却媒体冷却手段の下流で分岐した第1分岐循環経路と第2分岐循環経路とに流入する。この両分岐循環経路のうち熱交換手段が設けられた一方の分岐循環経路に流入する冷却媒体は、熱交換手段により改質装置との間で熱交換されて昇温する。一方、他方の分岐循環経路に流入する冷却媒体は、冷却媒体冷却手段により冷却されたままである。そして、昇温済みの冷却媒体と冷却済みの冷却媒体とは、第1分岐循環経路と第2分岐循環経路の合流点で合流し混合される。この昇温済みの冷却媒体と冷却済みの冷却媒体との混合比（温・冷の冷却

媒体の混合比）は冷却媒体温度調整手段により調整され、第1分岐循環経路と第2分岐循環経路の合流以降の冷却媒体循環経路での冷却媒体温度は調整される。このため、燃料電池には温度調整済みの冷却媒体が流入する。

【0024】よって、燃料電池に流入する冷却媒体の温度範囲は、他方の分岐循環経路に流入する冷却済みの冷却媒体の温度から熱交換手段により昇温済みの冷却媒体の温度までの範囲となる。しかも、冷却媒体の昇温は、燃料電池に水素リッチガスを供給するために燃料電池システムに不可欠な改質装置との熱交換でなされ、冷却媒体を昇温するためだけの装置を必要としない。

【0025】請求項2記載の燃料電池システムでは、燃料電池の始動時の温・冷の冷却媒体の混合比を、冷却媒体温度調整手段により冷却媒体温度が燃料電池温度を昇温する温度となる側に調整する。このため、燃料電池は、流入した冷却媒体により速やかに昇温される。

【0026】請求項3記載の燃料電池システムでは、排ガス温度検出手段の検出した燃料電池の排出ガス温度に基づいて、冷却媒体温度調整手段により温・冷の冷却媒体の混合比を調整する。燃料電池の排出ガスは、燃料電池での電極反応を経て発生して電極を通過したものであり、ガスであるためその熱容量も比較的小さい。このため、排出ガス温度は燃料電池自体の温度が応答性良く反映した温度となる。よって、冷却媒体温度調整手段による混合比の調整を経た冷却媒体の温度調整は、燃料電池自体の温度に対して高い応答性で感度良く行なわれる。

【0027】請求項4記載の燃料電池システムでは、含水状態検出手段の検出した燃料電池における電解質膜の含水状態に基づいて、冷却媒体温度調整手段により温・冷の冷却媒体の混合比を調整する。よって、電解質膜が濡れすぎの状態にあるときの過冷却や乾きすぎの状態にあるときの冷却不足等を回避でき、電解質膜のフラグメンテーションやドライアップを起こさない。

【0028】請求項5記載の燃料電池システムでは、燃料電池の始動時の温・冷の冷却媒体の混合比を、冷却媒体温度調整手段により冷却媒体温度が昇温済みの冷却媒体の温度と等しくなる側に調整する。このため、燃料電池には昇温済みの冷却媒体が流入し、燃料電池はより一層速やかに昇温される。

【0029】請求項6記載の燃料電池システムでは、湿度センサが燃料電池内で検出した水素リッチガスの湿度を、燃料電池における電解質膜の含水状態として温・冷の冷却媒体の混合比調整に用いる。

【0030】請求項7記載の燃料電池システムでは、電導度計が検出した電解質膜の電解質抵抗を、燃料電池における電解質膜の含水状態として温・冷の冷却媒体の混合比調整に用いる。

【0031】

【実施例】次に、本発明に係る燃料電池システムの好適

な実施例について、図面にに基づき説明する。図1は、実施例の燃料電池システム10のブロック図である。

【0032】実施例の燃料電池システム10は、固体高分子型燃料電池（以下、PEFCと略称する）12を中心に備え、PEFC12は、固体高分子電解質膜12aをアノード12b、カソード12cで挟持して有する。そして、カソード12cには、酸素含有ガスである空気が酸素ガス供給管路14から供給される。一方、アノード12bには、メタノールを水蒸気改質して得られた水素ガス（水素リッチガス、 H_2 ：75%， CO_2 ：25%）が水素ガス供給管路16から供給される。なお、上記の両管路には適宜な箇所にて逆流防止弁が設けられているが、本発明の要旨とは直接関係しないので図示されていない。

【0033】PEFC12は、カソード12cへの空気とアノード12bへの水素ガスとの供給を受けてこの両電極において上記の①、②の電極反応を進行させる。そして、PEFC12は、当該電極反応を経て得られた起電力により、図示しない配線を介して外部の駆動機器、例えば電気自動車におけるモータを駆動する。また、PEFC12は、アノード12b、カソード12cにて電極反応で消費した排ガスを、それぞれの電極の排ガ管路22、24から排出する。

【0034】水素ガス供給管路16に設けられているメタノール改質装置20は、メタノールタンク26から圧送ポンプ28によりメタノールの供給を受け、水タンク30から圧送ポンプ32により水の供給を受ける。そして、メタノール改質装置20は、改質触媒を介したメタノールと水との改質反応を内部の改質反応部にて約250～300℃の温度で進行させる。これによりメタノールは水蒸気改質され、メタノール改質装置20は水素ガス（水素リッチガス）を生成する。この生成された水素ガスは、水蒸気改質時における水蒸気を含有した状態でPEFC12のアノード12bに供給される。なお、メタノール改質装置20の下流の水素ガス供給管路16に、管路を通過する水素ガスを加湿するバブリング式の加湿器を設けることもできる。

【0035】燃料電池システム10は、この他、PEFC12を管路の一部とする冷却水循環路40を備え、不凍液等の冷却水をこの冷却水循環路40で循環することによりPEFC12を冷却する。冷却水循環路40には、管路の冷却水を所定の圧力、例えば約20～700kPa（約0.2～7kgf/cm²）の圧力で循環させる圧送ポンプ42が設けられている。また、圧送ポンプ42の下流には、管路を通過する冷却水をファン44により冷却する冷却装置46が設けられており、更にその下流には、管路を通過する冷却水を、メタノール改質装置20を冷却する改質装置冷却水循環路20aとの熱交換を経て昇温する熱交換装置48が設けられている。

【0036】この改質装置冷却水循環路20aは、既述

したようにその内部の改質反応部が約250～300℃の高温となるメタノール改質装置20自体をこのような高温としないよう、冷却水を循環させてメタノール改質装置20全体を冷却する。このため、改質装置冷却水循環路20aにおいてメタノール改質装置20を通過した冷却水は、その間に熱交換されて昇温する。そして、この昇温した冷却水は、冷却水循環路40における冷却水は冷却装置46にて冷却されて冷えているので、熱交換装置48において冷却水循環路40の冷却水と熱交換され冷却される。このため、熱交換装置48を通過した冷却水循環路40の冷却水は、上記したように昇温されて温水化される。

【0037】この熱交換装置48の下流には、管路の開度を調整して熱交換装置48を通過してPEFC12に到る冷却水量を調整する第1バルブ50が設けられている。また、冷却水循環路40には、冷却装置46下流の分岐点40aで分岐し第1バルブ50下流の合流点40bで合流するバイパス管路52が設けられており、このバイパス管路52は、熱交換装置48をバイパスする。そして、このバイパス管路52には、管路の開度を調整してバイパス管路52を通過してPEFC12に到る冷却水量を調整する第2バルブ54が設けられている。従って、熱交換装置48の通過の間に温水化された温水と冷却装置46の通過の間に冷却されバイパス管路52に流入した冷却水とは、PEFC12手前の合流点40bで合流して混合される。このため、PEFC12には、第1バルブ50で調整された温水水量と第2バルブ54で調整された冷却水水量との混合比で定まる温度の冷却水が流入する。なお、以下の説明では、冷却装置46の通過の間に冷却されてバイパス管路52に流入し合流点40bで合流する冷却水を、説明の便宜上、単に冷水という。

【0038】燃料電池システム10は、この他、PEFC12に流入する冷却水温度を制御するための電子制御装置70と、PEFC12の排ガ管路22から排出される排ガス温度をPEFC12の近傍にて検出する電池温度検出センサ72と、アノード12bに供給される水素ガスの湿度をガスマニホールドにて検出する電池湿度検出センサ74と、固体高分子電解質膜12aの電解質膜抵抗を検出する電導度計76とを備える。この電子制御装置70は、CPU、ROM、RAMを中心に論理演算回路として構成され、これらとコモンバスを介して相互に接続された入力ポート及び出力ポートにより外部との入出力を行う。本実施例の燃料電池システム10では、電子制御装置70は、電池温度検出センサ72、電池湿度検出センサ74および電導度計76から、PEFC12の電池温度TPEFC、電池湿度WPEFCおよび電解質膜抵抗RPEFCの入力を受ける。そして、電子制御装置70は、これら入力に基づいて第1バルブ50、第2バルブ54を駆動制御して温水と冷水との混合比を定め、P

PEFC12に流入する冷却水温度を調節する。

【0039】次に、上記した構成を備える本実施例の燃料電池システム10において行なわれる燃料電池システム運転制御（ルーチン）について、図2のフローチャートに基づき説明する。この燃料電池システム運転ルーチンは、燃料電池システム10の運転が図示しないメインスイッチにより開始されてから当該スイッチにより終了されるまでの間に亘って実行される。

【0040】図示するように、燃料電池システム運転ルーチンでは、システム始動当初の処理として、まず、第1バルブ50、第2バルブ54の両バルブの開度を、熱交換装置48からの温水がMAX（100%、全開）でバイパス管路52からの冷水がMIN（0%、全閉）となるよう固定する（ステップS100）。これにより、冷却水循環路40の管路の一部であるPEFC12に流入する冷却水は、システムの運転当初は熱交換装置48を通過した温水のみとなる。

【0041】その後は、電池温度検出センサ72から電池温度TPEFCを読み込み（ステップS110）、その温度がPEFC12の定常運転時における適正温度範囲の下限温度T1を上回るか否かを判断する（ステップS115）。つまり、このステップS115では、ステップS100による温水の流入によりPEFC12が適正温度まで昇温したかが判断され、ここで肯定判断されるまでステップS100～115までの処理を繰り返す。従って、PEFC12には継続して温水が流入するので、運転停止中に冷却されていたPEFC12は、熱交換装置48からの温水そのものにより適正温度まで速やかに昇温される。

【0042】一方、ステップS115で肯定判断すれば、システム始動時における温水によるPEFC12の昇温は完了する。よって、この場合には、それ以降にPEFC12に流入する冷却水の温度を調整すべく、ステップS120以降の処理に進む。

【0043】まず、電池湿度検出センサ74、電導度計76からの電池湿度WPEFCと電解質膜抵抗RPEFCの読み込みを行なう（ステップS120）。次いで、読み込んだ電池湿度WPEFCがPEFC12の定常運転時における適正湿度範囲内の湿度（W1～W2）であるか否か、或いは、読み込んだ電解質膜抵抗RPEFCがPEFC12の定常運転時における適正膜抵抗範囲内の抵抗（R1～R2）であるか否かを判断する（ステップS125）。

【0044】ところで、PEFC12の固体高分子電解質膜12aは適度な湿潤状態にあれば良好な電気伝導性（イオン導電性）を発揮し、電池内部の湿潤状態が水分不足となって固体高分子電解質膜12aの含水率が低下すると、固体高分子電解質膜12aの電解質膜抵抗RPEFCは増大する。また、電池湿度WPEFCは低減する。その反面、固体高分子電解質膜12aの含水率が過多となると、電解質膜抵抗RPEFCは低減し、電池湿度WPEFCは増

大する。

【0045】従って、 $W1 < \text{電池湿度} W_{PEFC} < W2$ 、或いは $R1 < \text{電解質膜抵抗} R_{PEFC} < R2$ のいずれかでありステップS125で肯定判断すれば、固体高分子電解質膜12aは適度な湿潤状態にあるので、冷却水によるPEFC12の冷却状態を変更する必要がないとして、第1バルブ50、第2バルブ54のバルブ開度をその時のバルブ開度に維持し（ステップS130）、その後は上記のステップS120に移行する。よって、合流点40b以降における温水と冷水の混合比の維持を通して、PEFC12に流入する冷却水の温度は維持され、PEFC12はこの温度の冷却水で継続して冷却される。

【0046】一方、ステップS125での否定判断、即ち固体高分子電解質膜の湿潤不良（水分過多或いは水分不足のいずれか）の判断に続いては、電池湿度WPEFCが適正湿度範囲の下限湿度W1を下回るか否か、或いは、電解質膜抵抗RPEFCが適正膜抵抗範囲の上限抵抗R2を上回るか否かを判断する（ステップS135）。つまり、固体高分子電解質膜12aの含水率が低く固体高分子電解質膜が水分不足（乾きすぎ）であるか否かを判断する。ここで、肯定判断すれば、この乾きすぎを解消すべく、第1バルブ50、第2バルブ54の両バルブ開度を、合流点40b以降における温水と冷水との混合比が温水水量が減少し冷水水量が増大するよう変更し（ステップS140）、その混合比の変更を通して混合温度を低めに調整する。この際、第1バルブ50、第2バルブ54には、電池湿度WPEFCと下限湿度W1との湿度差、或いは、電解質膜抵抗RPEFCと上限抵抗R2との抵抗差に応じた制御信号が出力され、これらの差が大きいほど温水水量がより減少し、冷水水量はより増大するよう、両バルブは駆動制御される。この場合、第1バルブ50、第2バルブ54の両バルブの開度は、熱交換装置48からの温水がMIN（0%）でバイパス管路52からの冷水がMAX（100%）となるまで、調整可能である。

【0047】よって、PEFC12に流入する冷却水の温度は電池湿度WPEFC或いは電解質膜抵抗RPEFCに応じて低くなり、PEFC12はこの低くなった冷却水で効率よく冷却される。このため、アノード12bでは、水素ガスと共にアノードに供給されるガス中水蒸気がアノードにて水滴化し、排ガスへの水蒸気流出が控えられる。そして、このことを通して固体高分子電解質膜12aの含水率が高くなる側に改善され、固体高分子電解質膜の水分不足（乾きすぎ）が解消に向かう。なお、バルブの開度を変更した場合でも、PEFC12に流入する冷却水の総量は維持される。

【0048】上記のようにしてバルブ開度の変更を経て冷却水温度の低下を図った後は、改めて電池温度TPEFCを読み込み（ステップS150）、その温度が下限温度T1を上回るか否かを判断する（ステップS15

5)。つまり、このステップS155では、ステップS140による冷却水温度の低下を通したPEFC12の冷却が過冷却であるか否かが判断される。そして、ここで否定判断すれば、この過冷却を解消すべく、第1バルブ50、第2バルブ54の両バルブ開度を、ステップS140で決定した開度から温水水量はやや増大し冷水水量はやや減少するよう変更する(ステップS160)。この際、第1バルブ50、第2バルブ54には、ステップS150で読み込んだ電池温度TPEFCと下限温度T1との湿度差に応じた制御信号が出力され、混合比の変更を通して冷却水温度はやや高まることになる。なお、冷却水総量は維持されることは勿論である。

【0049】そして、このステップS160に続いては、上記のステップS150に移行する。これにより、PEFC12はその温度がやや高まった冷却水で継続して暖められ、電池温度TPEFCは下限温度T1を上回るまでに上昇し過冷却は解消される。

【0050】また、ステップS155で肯定判断すれば、PEFC12の過冷却は起きていないので、ステップS140で決定したバルブ開度の変更は必要はないとしてステップS165に移行する。このステップS165では、上記のステップS135とは逆に、電池湿度WPEFCが下限湿度W1を上回るか否か、或いは、電解質膜抵抗RPEFCが上限抵抗R2を下回るか否かを判断する。つまり、ステップS135以降の処理にて冷却水温度を低くして図った固体高分子電解質膜の水分不足(乾きすぎ)の解消の実効性を判断する。ここで、否定判断すれば、水分不足(乾きすぎ)は解消されていないとしてステップS140に移行する。このため、電池湿度WPEFC或いは電解質膜抵抗RPEFCに応じて低くなった冷却水でのPEFC12の冷却が継続され、水分不足(乾きすぎ)は解消される。そして、ステップS165で肯定判断すれば、この水分不足(乾きすぎ)は解消したとして上記のステップS120に移行し、温水と冷水との混合比の調整を通した冷却水温度の調整を繰り返し継続する。

【0051】その一方、ステップS135で否定判断すれば、ステップS125での否定判断(水分過多或いは水分不足のいずれか)での判断と相まって、電池湿度WPEFCが適正湿度範囲の上限湿度W2を上回っているか

($WPEFC > W2$)、或いは、電解質膜抵抗RPEFCが適正膜抵抗範囲の下限抵抗R1を下回っているか($RPEFC < R1$)となり、固体高分子電解質膜12aは水分過多(濡れすぎ)の状態にあるといえる。よって、ステップS135での否定判断に続いては、図3に示すように、この濡れすぎを解消すべく、第1バルブ50、第2バルブ54の両バルブ開度を、合流点40b以降における温水と冷水との混合比が温水水量が増大し冷水水量が減少するよう変更する(ステップS170)。この際、第1バルブ50、第2バルブ54には、電池湿度WPEFCと下

限湿度W1との湿度差、或いは、電解質膜抵抗RPEFCと上限抵抗R2との抵抗差に応じた制御信号が出力され、これらの差が大きいほど温水水量がより増大し、冷水水量はより減少するよう、両バルブは駆動制御される。この場合、第1バルブ50、第2バルブ54の両バルブの開度は、熱交換装置48からの温水がMAX(100%)でバイパス管路52からの冷水がMIN(0%)となるまで、調整可能である。

【0052】これにより、PEFC12に流入する冷却水の温度は電池湿度WPEFC或いは電解質膜抵抗RPEFCに応じて高くなり、PEFC12はこの高くなった冷却水の循環により暖められる。よって、水素ガスと共にアノードに供給されるガス中水蒸気のアノード12bでの水滴化が起き難くなって、排ガスへの水蒸気流出が増える。また、アノード12bや固体高分子電解質膜12aに過剰に存在する水分の蒸発をも、温度の低い冷却水で冷却されていたときより増やし、この水蒸気まで排ガス中に混在して排出する。そして、このことを通して固体高分子電解質膜12aの含水率が低くなる側に改善され、固体高分子電解質膜の水分過多(濡れすぎ)が解消に向かう。なお、バルブの開度を変更した場合でも、PEFC12に流入する冷却水の総量は維持される。

【0053】上記のようにしてバルブ開度の変更を経て冷却水温度の上昇を図った後は、改めて電池温度TPEFCを読み込み(ステップS180)、その温度が上限温度T2を下回るか否かを判断する(ステップS185)。つまり、このステップS185では、ステップS170による冷却水温度の上昇を通したPEFC12の昇温が過剰であるか否かが判断される。そして、ここで否定判断すれば、この過昇温を解消すべく、第1バルブ50、第2バルブ54の両バルブ開度を、ステップS170で決定した開度から温水水量はやや減少し冷水水量はやや増大するよう変更する(ステップS190)。この際、第1バルブ50、第2バルブ54には、ステップS180で読み込んだ電池温度TPEFCと上限温度T2との湿度差に応じた制御信号が出力され、冷却水温度はやや低くなる。なお、冷却水総量は維持されることは勿論である。

【0054】そして、このステップS190に続いては、上記のステップS180に移行する。これにより、PEFC12はその温度がやや低下した冷却水で継続して冷却されて、電池温度TPEFCは上限温度T2を下回るまで低下しPEFC12の過昇温は解消される。

【0055】また、ステップS185で肯定判断すれば、PEFC12の過昇温は起きていないので、ステップS170で決定したバルブ開度の変更は必要はないとしてステップS195に移行する。このステップS195では、上記のステップS135での否定判断(電池湿度WPEFC>上限湿度W2 或いは電解質膜抵抗RPEFC<下限抵抗R1)とは逆に、電池湿度WPEFCが上限湿度W2

を下回るか否か、或いは、電解質膜抵抗RPEFCが下限抵抗R1を上回るか否かを判断する。つまり、ステップS170以降の処理にて冷却水温度を高くして図った固体高分子電解質膜の水分過多（濡れすぎ）の解消の実効性を判断する。ここで、否定判断すれば、水分過多（濡れすぎ）は解消されていないとしてステップS170に移行する。

【0056】このため、電池湿度WPEFC或いは電解質膜抵抗RPEFCに応じて高くなった冷却水でのPEFC12の昇温が継続され、水分過多（濡れすぎ）は解消される。そして、ステップS195で肯定判断すれば、この水分過多（濡れすぎ）は解消したとして上記のステップS120に移行し、温水と冷水との混合比の調整を通した冷却水温度の調整を繰り返し継続する。

【0057】以上説明したように本実施例の燃料電池システム10では、システム始動時には、第1バルブ50、第2バルブ54の両バルブを駆動制御して（ステップS100）、メタノール改質装置20との熱交換装置48による熱交換を経て昇温済みの温水のみをPEFC12に流入させる。そして、この温水の流入を電池温度TPEFCが適正温度範囲の下限温度T1を上回るまで継続する（ステップS115）。メタノール改質装置20は、システム始動時にあっても、改質反応を進行する都合上、その温度は定常運転時とほぼ等しい温度（約250℃）となる。

【0058】よって、熱交換装置48での熱交換を経た温水の温度は、PEFC12の定常運転時の温度（約80℃）より高い。このため、図4に示すように、燃料電池の自己発熱による場合に比べて、燃料電池温度を始動時から速やかにその適正温度範囲の下限温度T1まで高めることができ、始動性を向上させる。しかも、実開平2-1861のように別個に設けた加熱用の熱源により、燃料電池を昇温する従来のシステムと同程度の始動性を得ることができる。従って、本実施例の燃料電池システム10によれば、冷却媒体の昇温、延いては燃料電池の昇温のためだけの加熱用熱源を別個に必要としないので、燃料電池システム10を小型化できると共に、始動時におけるシステムの運転効率や始動性の向上を図ることができる。

【0059】また、PEFC12近傍の排ガス管路22で検出した排ガス温度（電池温度TPEFC）を燃料電池温度とし、この電池温度TPEFCが下限温度T1を上回ると、システム始動時におけるPEFC12への温水のみの流入を止めることとした。システム始動時におけるPEFC12の排ガスは、PEFC12のアノード12bを通過したものであると共に、ガスであるためその熱容量も比較的小さい。よって、この検出した電池温度TPEFCは、始動時におけるPEFC12自体の温度を応答性良く反映した温度となる。従って、温水のみによるPEFC12の昇温を、PEFC12の実際の燃料電池温度

に即して即座に停止できる。このため、本実施例の燃料電池システム10によれば、PEFC12を下限温度T1から著しくオーバーシュートさせることなく昇温することができる。

【0060】また、本実施例の燃料電池システム10では、電池湿度WPEFC或いは電解質膜抵抗RPEFCがその適正範囲外となれば、この電池湿度WPEFC或いは電解質膜抵抗RPEFCの状態をもって、PEFC12の水分不足（乾きすぎ）或いは水分過多（濡れすぎ）とする（ステップS125、135）。そして、水分不足（乾きすぎ）であれば、電池湿度WPEFC或いは電解質膜抵抗RPEFCに応じて温水と冷水の混合比を変更して冷却水温度を低くし、この低くなった冷却水でPEFC12を効率よく冷却する。その一方、水分過多（濡れすぎ）であれば、電池湿度WPEFC或いは電解質膜抵抗RPEFCに応じて温水と冷水の混合比を変更して冷却水温度を高くし、この高くなった冷却水の循環によりPEFC12を暖める。

【0061】つまり、水分不足（乾きすぎ）或いは水分過多（濡れすぎ）に応じた適度なPEFC12の冷却・暖めにより、水素ガス中水蒸気のアノードでの水滴化と排ガスへの流出との調整を行なう。このため、本実施例の燃料電池システム10では、固体高分子電解質膜12aの含水率が高くなる側或いは低くなる側に改善され、固体高分子電解質膜の水分不足（乾きすぎ）と水分過多（濡れすぎ）が解消される。しかも、水分過多（濡れすぎ）のときのPEFC12の過冷却や水分不足（乾きすぎ）のときの冷却不足等を回避でき、電解質膜のフラッシングやドライアップを起こさない。よって、本実施例の燃料電池システム10によれば、既述した特別な加熱用熱源を要しないことによる燃料電池システムの小型化に加え、フラッシングやドライアップに伴う電極反応の進行阻害の回避を通して運転効率を向上することができる。

【0062】そして、水分不足（乾きすぎ）或いは水分過多（濡れすぎ）の判断に当たり、測定が容易な電池湿度WPEFCや電解質膜抵抗RPEFCを用いたので、簡単な構成で運転効率を向上することができる。

【0063】また、本実施例の燃料電池システム10では、PEFC12の水分不足（乾きすぎ）或いは水分過多（濡れすぎ）を解消すべく温水と冷水の混合比を変更して冷却水温度を調整し（ステップS140、170）、その後、この水分不足（乾きすぎ）或いは水分過多（濡れすぎ）の解消の実効性を調べた（ステップS165、195）。よって、本実施例の燃料電池システム10によれば、確実に水分不足（乾きすぎ）或いは水分過多（濡れすぎ）を解消することができる。

【0064】また、PEFC12近傍の排ガス管路22で検出した排ガス温度（電池温度TPEFC）に応じて温水と冷水の混合比を変更し（ステップS160、19

0)、PEFC12に流入する冷却水温度の調整を実施した。しかも、この冷却水温度調整を、水分不足(乾きすぎ)或いは水分過多(濡れすぎ)を解消すべく行なった冷却水温度調整(ステップS140, 170)の後の排ガス温度(電池温度TPEFC)に応じて行なった。よって、水分不足(乾きすぎ)或いは水分過多(濡れすぎ)の解消のための冷却水温度調整により燃料電池温度がその適正範囲温度外となっても、燃料電池温度を適正範囲温度内に復帰させる。このため、運転効率の低下を招かない。

【0065】更に、次のような効果がある。定常運転時におけるPEFC12の排ガスは、アノード12bでの電極反応を経て発生してこのアノード12bを通過したものであると共に、ガスであるためその熱容量も比較的小さい。こめため、この検出した電池温度TPEFCは、定常運転時におけるPEFC12自体の温度を応答性良く反映した温度となる。従って、第1バルブ50, 第2バルブ54のバルブ開度の調整による温水と冷水の混合比の調整を経た冷却水の温度調整は、PEFC12自体の温度に対して高い応答性で感度良く行なわれる。よって、燃料電池温度を適正範囲温度内に速やかに復帰させることができ、運転効率の低下を確実に回避することができる。

【0066】加えて、上記した冷却水温度の調整は、第1バルブ50, 第2バルブ54のバルブ開度の調整を経た温水と冷水の混合比の変更を通して行なわれる。そして、この温水は、熱交換装置48によるメタノール改質装置20との間の熱交換によりその温度が約250℃であり、冷水は冷却装置46の冷却能力で定まる低い温度である。よって、PEFC12に流入させてPEFC12を冷却或いは暖める冷却水の温度範囲を、冷水温度から温水温度までの範囲に拡張できる。このため、本実施例の燃料電池システム10によれば、PEFC12の燃料電池温度の制御精度の向上を通して、運転効率を向上させることができる。

【0067】ここで、上記した本実施例の燃料電池システム10と、従来の燃料電池システムとの評価試験について説明する。対比する従来の燃料電池システムは、冷却水温度に応じて冷却水の冷却程度を変えて冷却水温度を調整する構成、例えば、冷却水温度に応じて冷却ファンをON/OFFして冷却水温度を調整するシステムである。また、評価試験は、両システムのPEFCを一定電流値で運転させたときの出力電圧推移を、出力安定時からの経過時間で測定した。その結果を図5に示す。

【0068】この図5から明らかなように、本実施例の燃料電池システム10によれば、出力電圧を安定した得られるのに対して、従来例では、時間の経過と共に出力電圧に変化する期間が現われた。よって、本実施例の燃料電池システム10によれば、高い電池特性を得ることができる。なお、従来例の燃料電池システムで観察され

た出力変化の様子は、以下のように説明できる。

【0069】時間の経過と共にPEFCの自己発熱によりその温度が上昇するが、従来例では、その温度上昇を冷却水温度にて検出してから冷却水の冷却をより高める。具体的には、冷却ファンをONとしその回転数を高めたりする。しかし、冷却水温度は、燃料電池温度に対して応答性が低いので、出力電圧がある程度低下した時点t1にて、冷却水の冷却、延いてはPEFCの冷却がなされる。この場合の電圧降下は、電池温度上昇によるドライアップにより起きる。そして、冷却後しばらくすると、冷却によるドライアップの改善により出力の上昇が見られるが、時刻t2にて再度電圧降下が起きる。この電圧降下は、PEFCの過冷却によるフラッシングにより起きる。その後は、やや遅れて冷却水の冷却が控えられてフラッシングが改善され、出力は上昇する。しかし、冷却の開始・停止のタイミングが実際のPEFCの電池温度に対して遅れるため、このような出力変動がある程度繰り返して起きる。また、冷却水の冷却の程度も冷却ファンのON/OFFの周期やON時の回転数等により制限されるので、比較的大きく出力の変動が見られる。

【0070】以上本発明の一実施例について説明したが、本発明はこの様な実施例になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0071】例えば、本実施例では、システム始動時には第1バルブ50を全開のままとし第2バルブ54を全閉のままに固定したが、これに限るわけではない。つまり、当初はこのように固定したバルブの開度を、第1バルブ50にあつてはその開度を締め側に第2バルブ54にあつては開き側に、PEFC12の昇温の様子に併せて徐々に変更する構成を採ることもできる。このように構成しても、温水と冷水との混合比で定まる混合温度がその時のPEFC12の温度より高くなるようにできるので、PEFC12を速やかに昇温することができる。そして、このように構成すれば、下限温度T1からの電池温度TPEFCの著しいオーバーシュートをより効果的に回避できる。

【0072】また、本実施例では、熱交換装置48下流の第1バルブ50とバイパス管路52の第2バルブ54のバルブ開度の調整を経て温水と冷水の混合比を調整し、PEFC12に流入する冷却水温度の調整をした。しかし、この二つのバルブの開度調整に限るわけではない。その一例としては、バイパス管路52の合流点40bに湯水混合水栓を設け、熱交換装置48からの温水とバイパス管路52からの冷水の混合比をこの湯水混合水栓自体で調整して温度調整する構成を採ることもできる。

【0073】また、燃料電池システム10では、PEFC12近傍の排ガス管路22で検出した排ガス温度(電

池温度 TPEFC) に応じた温水と冷水の混合比の変更による冷却水温度の調整 (ステップ S160, 190) を、PEFC12 の水分不足 (乾きすぎ) 或いは水分過多 (濡れすぎ) に応じて行なった温水と冷水の混合比の変更 (ステップ S140, 170) の後に実施するよう構成した。しかし、排ガス温度 (電池温度 TPEFC) に応じた温水と冷水の混合比の変更による冷却水温度の調整を、PEFC12 の水分不足 (乾きすぎ) 或いは水分過多 (濡れすぎ) に拘りなく随時行なう構成を採ることもできる。そして、このように構成した場合であっても、冷却水温度の調整範囲は冷水の温度から温水の温度までとなると共に、燃料電池温度として排ガス温度を用いる。このため、燃料電池温度に応じて高い応答性で且つきめ細かく PEFC12 を冷却でき、運転効率の向上を図ることができる。

【0074】PEFC12 の水分不足 (乾きすぎ) 或いは水分過多 (濡れすぎ) を電池湿度 WPEFC と電解質膜抵抗 RPEFC の状態にて判断したが、次のように構成することもできる。

【0075】PEFC12 の固体高分子電解質膜は適度な湿润状態にあれば良好な電気伝導性 (イオン導電性) を発揮することから、固体高分子電解質膜の含水率が過多となると、つまり、水分過多となると PEFC12 の出力電圧 V は低下する。しかも、このように水分過多となると、PEFC12 のインピーダンス Z は低下することが知られている。その反面、電池内部の湿润状態が水分不足となって固体高分子電解質膜の含水率が低下すると、PEFC12 の出力電圧 V は低下すると共に、インピーダンス Z は上昇することが知られている。従って、この出力電圧 V とインピーダンス Z とから、水分過多 (濡れすぎ) 或いは水分不足 (乾きすぎ) であるか否かを判断することもできる。

【0076】

【発明の効果】以上詳述したように請求項 1 記載の燃料電池システムでは、冷却媒体循環経路を循環して燃料電池に流入する冷却媒体の温度調整を、第 1, 第 2 分岐循環経路の一方の分岐循環経路に流入して改質装置との間で熱交換されて昇温した冷却媒体と、他方の分岐循環経路に流入した冷却されたままの冷却媒体との混合比を調整することで行なう。

【0077】よって、所定温度に燃料電池を維持するために流入させる冷却媒体の温度範囲は、冷却済みの冷却媒体の温度から昇温済みの冷却媒体の温度までの範囲に拡大する。このため、請求項 1 記載の燃料電池システムによれば、循環する冷却媒体用いた燃料電池温度の維持制御の制御精度を向上することができ、運転効率の向上を図ることができる。しかも、この温度制御を通した運転効率の向上に際しては、冷却媒体を昇温するためだけの装置を必要としないのでシステムの小型化をも図ることができる。

【0078】請求項 2 記載の燃料電池システムでは、燃料電池の始動時には、温・冷の冷却媒体の混合比を冷却媒体温度が燃料電池温度を昇温する温度となる側に調整する。よって、請求項 2 記載の燃料電池システムによれば、冷却媒体による燃料電池の速やかな昇温を通して、燃料電池の始動時における運転効率や始動性の向上を図ることができる。

【0079】請求項 3 記載の燃料電池システムでは、燃料電池の電池温度を応答性良く反映する排出ガス温度に基づいて温・冷の冷却媒体の混合比を調整する。よって、温・冷の冷却媒体の混合比の調整を経た冷却媒体の温度調整は、燃料電池自体の温度に対して高い応答性で感度良く行なわれる。このため、請求項 3 記載の燃料電池システムによれば、燃料電池温度がその適正範囲温度外となっても、当該範囲内の温度に速やかに復帰させることができ、電池温度の不良に伴う運転効率の低下を確実に回避して運転効率を高いまま維持できる。

【0080】請求項 4 記載の燃料電池システムでは、燃料電池における電解質膜の含水状態に基づいた温・冷の冷却媒体の混合比の調整を通して冷却水温度を調整する。よって、燃料電池の水分不足 (乾きすぎ) 或いは水分過多 (濡れすぎ) に応じた適度な温度の冷却媒体の流入により、燃料電池を冷却若しくは暖める。このため、この冷却若しくは暖めを通した水蒸気の水滴化と電池外排出により、電解質膜の含水率は改善され、水分不足 (乾きすぎ) と水分過多 (濡れすぎ) は解消される。しかも、水分過多 (濡れすぎ) のときの燃料電池の過冷却や水分不足 (乾きすぎ) のときの冷却不足等を回避でき、電解質膜のフラッドイングやドライアップを起こさない。よって、請求項 4 記載の燃料電池システムによれば、電解質膜の含水状態の維持と、フラッドイングやドライアップに伴う電極反応の進行阻害の回避を通して運転効率を向上することができる。

【0081】請求項 5 記載の燃料電池システムでは、燃料電池の始動時の温・冷の冷却媒体の混合比の調整を通して冷却媒体の温度を昇温済みの冷却媒体の温度と等しくする。このため、請求項 5 記載の燃料電池システムによれば、昇温済みの冷却媒体の流入により燃料電池をより一層速やかに昇温でき、燃料電池の始動時における運転効率や始動性のより一層の向上を図ることができる。

【0082】請求項 6 および請求項 7 記載の燃料電池システムでは、温・冷の冷却媒体の混合比調整のための電解質膜の含水状態として、検出が容易な水素リッチガスの湿度或いは電解質膜の電解質抵抗を用いた。よって、請求項 6 および請求項 7 記載の燃料電池システムによれば、簡単な構成で燃料電池システムの運転効率を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施例の燃料供給装置を適用した燃料電池システムのブロック図。

【図2】燃料電池システム10において行なわれる燃料電池システム運転ルーチンの前半部分を示すフローチャート。

【図3】この燃料電池システム運転ルーチンの後半部分を示すフローチャート。

【図4】実施例の燃料電池システム10における始動特性を説明するためのグラフ。

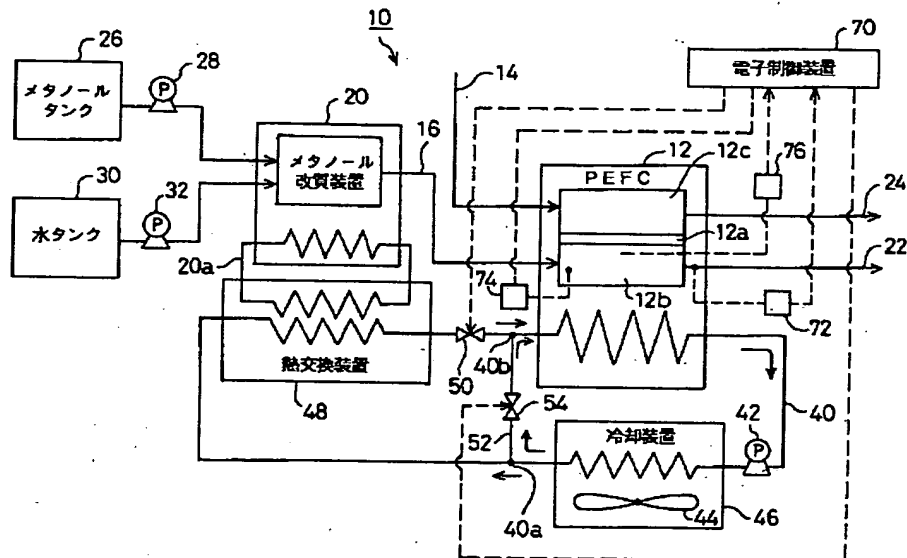
【図5】実施例の燃料電池システム10と従来例の燃料電池システムとの評価の結果を示すグラフ。

【符号の説明】

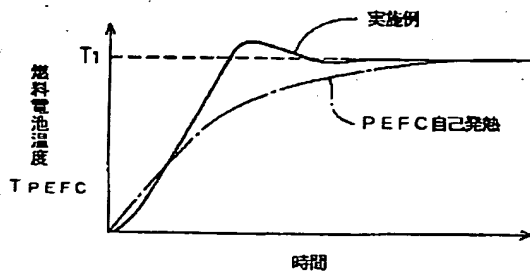
10…燃料電池システム
12…PEFC
12a…固体高分子電解質膜
12b…アノード
12c…カソード
14…酸素ガス供給管路
16…水素ガス供給管路
20…メタノール改質装置
20a…改質装置冷却水循環路

22, 24…排ガス管路
26…メタノールタンク
28…圧送ポンプ
30…水タンク
32…圧送ポンプ
40…冷却水循環路
40a…分岐点
40b…合流点
42…圧送ポンプ
44…ファン
46…冷却装置
48…熱交換装置
50…第1バルブ
52…バイパス管路
54…第2バルブ
70…電子制御装置
72…電池温度検出センサ
74…電池湿度検出センサ
76…電導度計

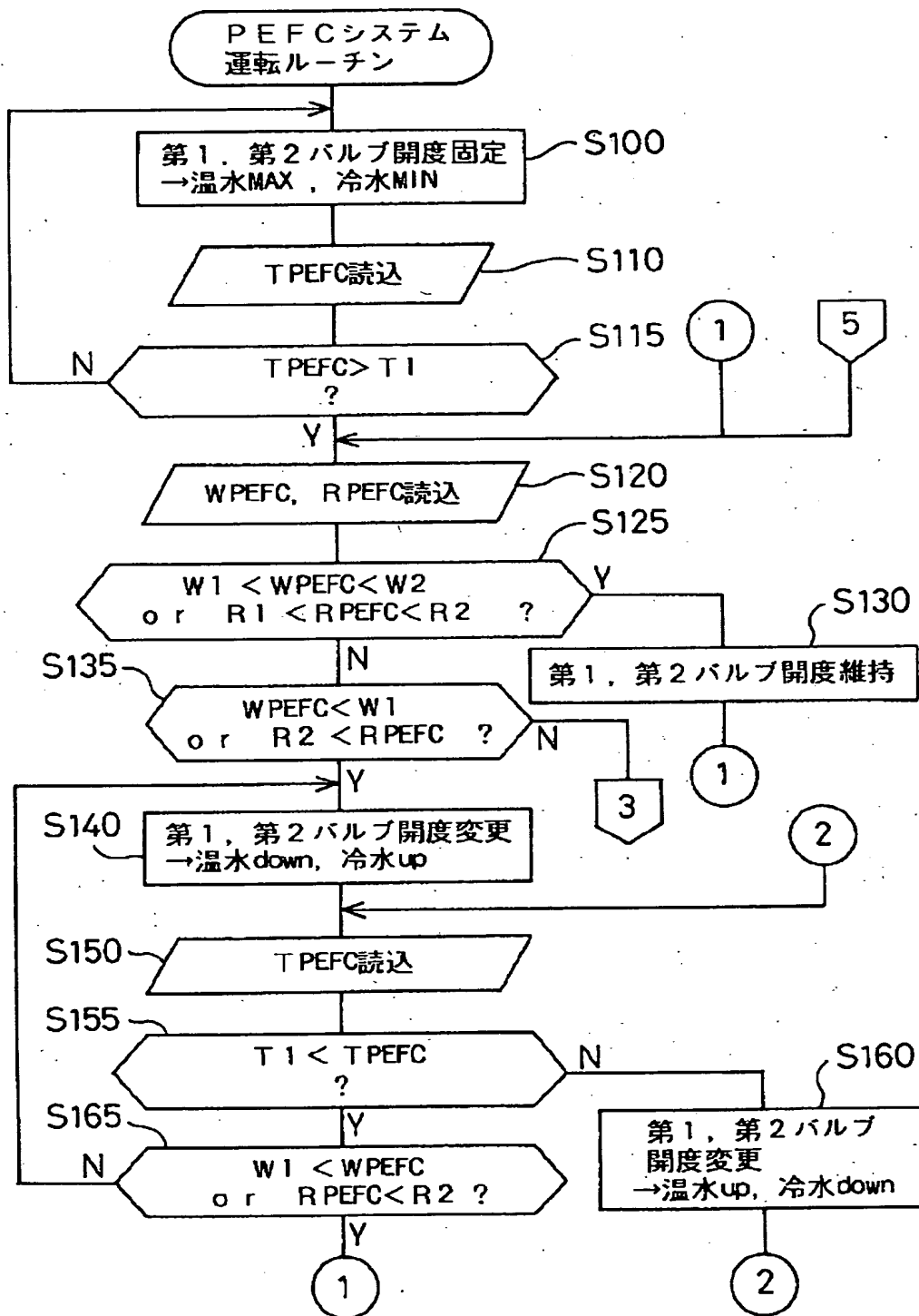
【図1】



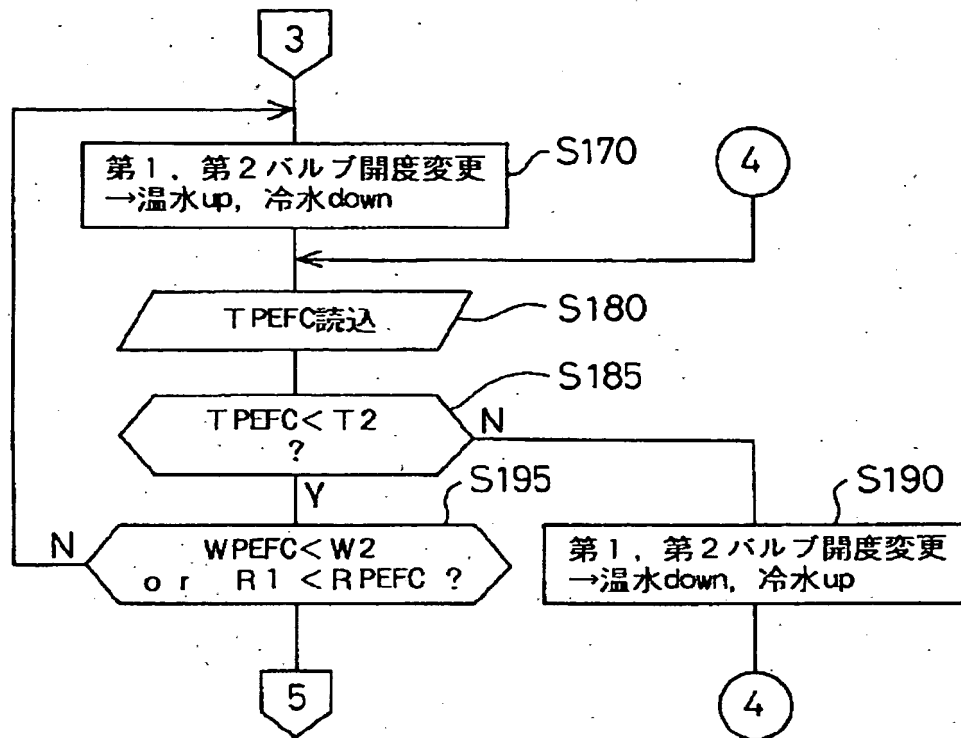
【図4】



【図2】



【図3】



【図5】

